

(19) Japan Patent Office (JP)

(11) Japanese Unexamined Patent
Application Publication Number**(12) Japanese Unexamined Patent
Application Publication (A)****H8-166475**

(43) Publication date: June 25, 1996

(51) Int. Cl. ⁶	Identification Symbol	Office Reference Number	FI	Technical indication location
G 12 B 5/00 H 01 L 21/68		T 6947-2F G		

Request for examination: Not yet requested No. of claims: 33 OL (Total of 13 pages)

(21) Application No.	Patent application no. H7-75223	(71) Applicant	000004112 Nikon Corp. 3-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo
(22) Date of Application	March 31, 1995	(72) Inventor	Lee, Martin E 24100, Big Basin Way, Saratoga, CA 95070 US
(31) Priority Number claimed	221375	(74) Agent	Masao Okabe, patent attorney (and five others)
(32) Priority Date	April 1, 1994		
(33) Priority Country claimed	US		

(54) Title of the invention: Positioning Device, Alignment Device, and Positioning Method**(57) Abstract (corrected)**

Purpose: To support, position, and control an object such that reaction forces and vibrations created by movement of the object are not transferred to other elements like a lens system.

Configuration: A reaction frame 61 is provided which isolates both external vibrations as well as vibrations caused by reaction forces from an object stage 30. The object stage moves in two directions. A reaction frame includes two followers. Cooperating linear force actuators are mounted on the object stage and the followers for positioning the object stage in the first and second directions. The reaction frame is mounted on a base structure and the object stage is supported in space independent of the reaction frame. A follower 72 has a pair of arms 74, 74' and moves in a pair of parallel planes with the center of gravity of the object stage therebetween. The positioning forces of actuator drive means are controlled so that a vector sum of moments of force at the center of gravity of the object stage is substantially equal to zero.

Scope of Patent Claims

Claim 1

A positioning device operative on a base structure, comprising:

- (a) a reaction frame assembly including a reaction frame mounted to the base structure;
- (b) an object stage movable relative to an object stage base;
- (c) means for supporting the object stage from the object stage base with a gap therebetween, independently of the reaction frame; and
- (d) a pair of cooperating linear actuator means mounted to the object stage and the reaction frame assembly for positioning the object stage and generating a force, wherein the object stage base and the object stage are isolated from a reaction force from the actuator means, thereby minimizing transfer of vibrations to the object stage base and the object stage.

Claim 2

The positioning device according to claim 1, wherein the reaction frame assembly includes a follower which is movable independently of the object stage to be followed.

Claim 3

The positioning device according to claim 1, wherein the actuator means includes at least one linear motor which operates between the object stage and the reaction frame assembly.

Claim 4

The positioning device according to claim 1, wherein at least one set of actuator means for positioning the object stage are provided, and each actuator means includes a drive member mounted to the object stage.

Claim 5

The positioning device according to claim 4, wherein a vector sum of the moments of force at the center of gravity of the object stage due to positioning forces of the drive member is substantially equal to zero.

Claim 6

The positioning device according to claim 2, further comprising at least one drive member mounted to the object stage.

Claim 7

The positioning device according to claim 2, wherein the follower includes two arms movable respectively in two parallel planes, and the center of gravity of the object stage is located between the two planes.

Claim 8

The positioning device according to claim 1, wherein the object stage is movable at least in a first direction and a second direction forming an angle with the first direction, a first follower is movable only in a first direction and follows the object stage, a second follower is movable only in a second direction and follows the object stage, and the cooperating actuator means are provided in the object stage and the first and second followers and positions the object stage in the first and second directions.

Claim 9

The positioning device according to claim 8, wherein the actuator means include at least three linear actuators generating forces, which operate between the object stage and the reaction frame assembly.

Claim 10

The positioning device according to claim 9, wherein two of the at least three linear actuators are provided so as to drive the object stage in the first direction and a vector sum of the moments of force at the center of gravity of the object stage due to positioning forces of the cooperating actuator means is substantially equal to zero.

Claim 11

The positioning device according to claim 10, wherein one of the linear actuators other than the two linear actuators is mounted to the object stage so as to drive the object stage in the second direction and a vector sum of the moments of force at the center of gravity of the object stage due to positioning forces of the cooperating actuator means is substantially equal to zero.

Claim 12

The positioning device according to claim 8, wherein at least two sets of linear actuators for positioning the object stage are provided, one set of the linear actuators positions the object stage in the first direction, another one set of the linear actuators positions the object stage in the second direction, and a vector sum of the moments of force at the center of gravity of an XY stage due to positioning forces of the cooperating actuator means is substantially equal to zero.

Claim 13

The positioning device according to claim 8, wherein the first and second followers include two spaced-apart arms, respectively, the arm of one follower is positioned and movable in a single plane, and the arm of the other follower is positioned and movable in two parallel planes with the single plane therebetween.

Claim 14

The positioning device according to claim 13, wherein the center of gravity of the object stage is positioned in the single plane or adjacent to the single plane.

Claim 15

A positioning device comprising:

- (a) an object stage at least moving in a first direction and a second direction forming an angle with the first direction;
- (b) a first follower movable only in the first direction and following the object stage;
- (c) a second follower movable only in the second direction and following the object stage; and
- (d) cooperating linear force actuator means mounted to the object stage and the first and second followers for positioning the object stage in the first and second directions.

Claim 16

The positioning device according to claim 15, wherein the actuator means includes at least three linear force actuators, which operate between the object stage and each of the followers.

Claim 17

The positioning device according to claim 16, wherein two of the at least three linear actuators are provided so as to drive the object stage in the first direction and a vector sum of the moments of force at the center of gravity of the object stage due to positioning forces of the cooperating actuator means is substantially equal to zero.

Claim 18

The positioning device according to claim 17, wherein one of the linear actuators other than the two linear actuators is mounted to the object stage so as to drive the object stage in the second direction and a vector sum of the moments of force at the center of gravity of the object stage due to positioning forces of the cooperating actuator means is substantially equal to zero.

Claim 19

The positioning device according to claim 15, wherein at least two sets of linear actuators for positioning the object stage are provided, one set of the linear actuators positions the object stage in the first direction, another one set of the linear actuators positions the object stage in the second direction, and a vector sum of the moments of force at the center of gravity of the object stage due to positioning forces of the cooperating actuator means is substantially equal to zero.

Claim 20

The positioning device according to claim 15, wherein the first and second followers include two spaced-apart arms, respectively, the arm of one follower is positioned and movable in a single plane, and the arm of the other follower is positioned and movable in two parallel planes with the single plane therebetween.

Claim 21

The positioning device according to claim 20, wherein each of the followers includes at least one drive member and a vector sum of the moments of force at the

center of gravity of the object stage due to positioning forces of the cooperating drive members is substantially equal to zero.

Claim 22

The positioning device according to claim 20, wherein the center of gravity of the object stage is positioned in the single plane or adjacent to the single plane.

Claim 23

The positioning device according to claim 15, further comprising:

an object stage base;

a reaction frame assembly including a reaction frame mounted to the base structure;

means for supporting each of the followers from the reaction frame assembly;

and

means for supporting the object stage from the object stage base with a gap therebetween, independently of the reaction frame,

whereby the object stage base and the object stage are isolated from vibrations created by reaction forces thereof, and therefore vibrations of the object stage base and the object stage are minimized.

Claim 24

An alignment device comprising:

(a) an XY stage having a center of gravity;

(b) means for supporting the XY stage from an XY stage base with a gap therebetween; and

(c) a reaction frame assembly including a reaction frame supported on a reaction frame base, independently of the XY stage base, wherein

(d) the reaction frame assembly includes an X follower which is independently movable and a Y follower which is independently movable, the X follower movably mounted to the reaction frame is movable in an X direction, and the Y follower movably mounted to the reaction frame is movable in a Y direction,

(e) one of the X follower and the Y follower includes at least two spaced-apart arms, and the other of the X follower and the Y follower includes at least one arm, the alignment device further comprising:

(f) a pair of cooperating linear actuator means provided in a spaced relation between the XY stage and each of the followers for positioning the XY stage in a horizontal direction and generating a force;

(g) the actuator means includes drive partial element means provided in the arm of each of the followers and drive main member means provided in the XY stage and cooperating with the drive partial element means to position the XY stage,

the XY stage base and the XY stage are isolated from vibrations created by reaction forces, whereby vibrations of the XY stage base and the XY stage are minimized.

Claim 25

The alignment device according to claim 24, wherein the one arm provided in any one of the X follower and the Y follower is movable in a single plane, and two arms which are the pair of the arms provided in another one of the X follower and the Y follower are positioned in two independent planes, respectively, with the single plane therebetween and are movable in the planes.

Claim 26

The alignment device according to claim 25, further comprising means including the drive partial element means provided in the pair of the arms of the one follower for controlling the same, wherein a vector sum of the moments of force at the center of gravity of the XY stage due to positioning forces of the cooperating drive main member means is substantially equal to zero.

Claim 27

A method for positioning an object, comprising the steps of:

- (a) positioning a reaction frame on a base;
- (b) supporting an object on an object stage;
- (c) supporting the object stage in space at a certain position from an object stage base; and
- (d) exerting a force between the object stage and the reaction frame to drive the object stage to a new position in space in at least one direction, and at the same time isolating the object stage base from reaction forces created by exerting the force.

Claim 28

A method for positioning an object stage in space by moving the object stage in a first direction and a second direction using at least a first follower and a second follower, comprising the steps of:

- (a) supporting the object stage in space;
- (b) exerting a force between the object stage and the first follower to drive the object stage only in the first direction;
- (c) exerting a force between the object stage and the second follower to drive the object stage only in the second direction;
- (d) driving the first follower only in the second direction independently of the second follower, so as to follow the object stage; and
- (e) driving the second follower only in the second direction independently of the first follower, so as to follow the object stage.

Claim 29

The positioning device according to claim 1, further comprising:

means for mounting the actuator means between the object stage and the reaction frame, the mounting being rigid at least in a driving force direction.

Claim 30

The positioning device according to claim 15, further comprising:

means for mounting the actuator means between the object stage and each of the followers, the mounting being rigid at least in the driving force direction.

Claim 31

The positioning device according to claim 24, further comprising:

means for mounting the actuator means between the XY stage and each of the followers, the mounting being rigid at least in the driving force direction

Claim 32

A precise positioning device configured such that a base plate having a plane and a stage movable on the plane along a predetermined direction cooperate, comprising:

(a) a first support assembly for supporting the base plate on a foundation;

(b) an actuator assembly for exerting an electromagnetic force to the stage movable along the predetermined direction, the actuator assembly including (i) a movable driven section mounted to the movable stage and movable in the predetermined direction, and (ii) a driving section positioned around the movable stage, and (iii) one of the driven section and the driving section including a coil unit, and the other of the driven section and the driving section including a magnetic unit; and

(c) a second support assembly which supports the driving section on the foundation independently of the first support assembly, to thereby form a predetermined gap between the coil unit and the magnetic unit.

Claim 33

The precise positioning device according to claim 32, wherein the driving section of the actuator assembly is held at a stationary position with respect to the predetermined direction.

Detailed Description of the Invention

[0001]

Industrial Field of Utilization

The present invention relates, in general, to electro-mechanical alignment and isolation and, more particularly, to such a method and apparatus for supporting and aligning a wafer in a microlithographic system and isolating the system from its own reaction forces and external vibrations.

[0002]

Prior Art

Various support and positioning structures are known for use in microlithographic instruments. Typically, in the prior art, XY guides, including a separate X guide assembly and Y guide assembly, are utilized with one guide assembly mounted on, and movable with, the other guide assembly. Often, a separate wafer stage is mounted on top of these guide assemblies. These structures require high precision and many parts. Typically, external forces directed to parts of the positioning assembly and reaction forces due to movement of different parts of the positioning assembly are coupled directly to the image forming optics and reticle handling equipment resulting in unwanted vibration.

[0003]

U.S. Pat. No. 5,120,03 (Van Engelen et al.) discloses a two-step positioning device for an opto-lithographic device, and the positioning device uses Lorentz forces and a static gas bearing.

[0004]

U.S. Pat. No. 4,952,858 is directed to a microlithographic apparatus utilizing an electro-magnetic alignment apparatus and the electro-magnetic alignment apparatus including a monolithic stage, a sub-stage and isolated reference structure, in which force actuators imposed between the monolithic stage and the sub-stage are used for suspending and positioning the monolithic stage in space. In this apparatus a Y frame, that is, a Y stage is mounted on an X frame and the monolithic stage is positioned from and supported in space from the Y frame.

[0005]

Problems to Be Solved by the Invention

Broadly stated, the present invention is directed to a method and apparatus utilizing a guideless stage for supporting an object and incorporating a reaction frame which isolates both external forces as well as reaction forces created in moving the object from other elements of the system such as a lens system which produces an image that is exposed on the photoresist of a wafer object surface.

[0006]

Means to Solve Problems

The present invention incorporates an object stage, a reaction frame mounted on a base and substantially free from transferring vibrations between itself and the object stage, means for supporting the object in space independent of the reaction frame and a pair of cooperating linear actuator means mounted on the object stage and the reaction frame for positioning of the object stage and generating a force. The object stage can be mounted for movement in a given direction or can constitute an XY stage for movement in the X and Y directions while being supported in space in the Z direction.

[0007]

An advantageous aspect of the present invention is the provision of a support, positioning and isolation assembly which allows the positioning function of the object or wafer stage to be accomplished while minimizing vibrations coupled to the stage and lens systems from the reaction stage faster and with fewer parts while minimizing vibrations coupled to the stage and isolating the stage from undesired reaction forces.
[0008]

In accordance with another aspect of the present invention, a positioning method and apparatus are provided for an XY stage with an independently moveable X follower and independently moveable Y follower and cooperating linear force actuators mounted between the stage and followers whereby the movement of either follower does not interfere with the movement of the other follower.
[0009]

In accordance with another aspect of the present invention, a pair of arms are provided on at least one follower with each arm including a drive member and wherein the arms are positioned and movable in space-apart planes above and below the center of gravity of the object stage.
[0010]

In accordance with another aspect of the present invention, the guideless stage incorporates at least three linear force actuators with two of those actuators driving in one of the X or Y directions and the third actuator driving in the other of the X and Y directions. In accordance with the preferred embodiment of this invention, the guideless stage incorporates at least four linear actuators operating between the XY stage and a reaction frame assembly with each actuator including a drive member on the XY stage so that a pair of X drive members serve to drive the XY stage in an X direction for automatic control and a pair of Y drive members serve to drive the XY stage in the Y direction for automatic control. The linear actuators and their drive members are constructed, positioned and controlled such that the vector sum of the moments of force at the center of gravity of the XY stage due to the positioning forces of cooperating drive members is substantially equal to zero.
[0011]

These features and advantages of the present invention will become more apparent upon perusal of the following specification taken in conjunction with the following drawing wherein similar characters of reference refer to similar parts in each of the several views.

[0012]

Embodiments

While it will be appreciated by those skilled in the art that the guideless stage, with or without its isolating reaction frame, has many applications to many different types of instruments for precise positioning of objects, the present invention will be

described with respect to a preferred embodiment in the form of a microlithographic instrument for aligning wafers in a system where a lens produces an image which is exposed to the photoresist on the wafer surface. In addition, while the guideless stage with or without its isolation stage can be utilized as a guideless object stage movable in just one direction, such as an X or a Y direction, the preferred embodiment of the invention is directed to a guideless XY wafer stage as described below.

[0013]

Referring now to the drawings, with particular reference to Figs. 1 to 5, a photolithographic instrument 10 is shown having an upper optical system 12 and a lower wafer support and positioning system 13. The optical system 12 includes an illuminator 14 including a lamp LMP, such as a mercury lamp, and an ellipsoid mirror EM surrounding the lamp LPM. And the illuminator 14 comprises an optical integrator such as a fly's eye lens FEL producing secondary light source images and a condenser lens CL for illuminating a reticle (mask) R with uniform light flux. A mask holder RST holding the mask R is mounted above a lens barrel PL of a projection optical system 16. The lens barrel PL is fixed on a part of a column assembly which is supported on a plurality of rigid arms 18 each mounted on the top portion of an isolation pad or block system 20.

[0014]

Inertial or seismic blocks 22 are located on the system so as to be mounted on the arms 18. These blocks 22 can take the form of a cast box which can be filled with sand at the operation site to avoid shipment of a massive structure. An object or wafer stage base 28 is supported from the arms 18 by depending blocks 22 and depending bars 26 and horizontal bars 27 (see Fig. 2).

[0015]

Referring now to Figs. 5 to 7, plan and elevation views are shown, respectively, of the wafer supporting and positioning apparatus above the object or wafer stage base 28, and the wafer supporting and positioning apparatus includes the object (wafer) XY stage 30 and the reaction frame assembly 60. The XY stage 30 includes a support plate 32 on which the wafer 34, such as a 12 inch (304.8 mm) wafer, is supported. The plate 32 is supported in space above the object stage base 28 via vacuum pre-load type air bearings 36 which can be controlled to adjust Z, i.e., tilt, roll and focus. Alternatively, in order to perform this support, combinations of magnets and coils may be employed.

[0016]

The XY stage 30 also includes an appropriate element of a magnetic coupling means such as a linear drive motor for aligning the wafer with the lens of the optical system 16 for precisely positioning an image for exposure of a photoresist on the wafer's surface. In the embodiment illustrated, the magnetic coupling means takes the

form of a pair of drive members such as X drive coils 42X and 42X' for positioning the XY stage 30 in the X direction and a pair of Y drive members such as drive coils 44Y and 44Y' for positioning the XY stage 30 in the Y direction. The associated portion of the magnetic coupling means on the reaction frame assembly 60 will be described in greater detail below.

[0017]

The XY stage 30 includes a pair of laser mirrors 38X and 38Y, the laser mirror 38X is operative with respect to a pair of laser beams 40A/40A' of a laser beam interferometer system 92, and the laser mirror 38Y is operative with respect to a pair of laser beams 40B/40B' of the interferometer system for determining and controlling the precise XY location of the XY stage relative to a fixed mirror RMX at the lower part of the lens barrel PL of the projection optical system 16.

[0018]

Referring to Figs. 8 and 9, the reaction frame assembly 60 has a reaction frame 61 which includes a plurality of support posts 62 which are mounted on the ground or a separate base so as to be substantially free from transferring vibrations between itself and the object stage.

[0019]

The reaction frame 61 includes face plates 64X and 64X' extending between support posts 62 in the X direction and 66Y and 66Y' extending between support posts in the Y direction. Inside the face plates 64-66 a plurality of reaction frame rails 67-69 and 67'-69' are provided for supporting and guiding an X follower 72 and a Y follower 82. Inside the face plate 64X are an upper follower guide rail 67 and a lower follower guide rail 68 (not shown) and on the inside surface of the opposite face plate 64X' are upper and lower follower guide rails 67' and 68'. On the inside surface of each of the face plates 66Y and 66Y' is a single guide rail 69 and 69', respectively, which is positioned vertically in between the guide rails 67 and 68.

[0020]

The X follower includes a pair of spaced-apart arms 74 and 74' connected at their one end by a cross piece 76. Drive elements such as drive tracks 78 and 78' (see Fig. 5) are mounted on the arms 74 and 74', respectively, for cooperating with the drive elements 42X and 42X' of the XY stage. Since in the illustrated embodiment, the drive elements 42X and 42X' on the XY stage are shown as drive coils, the drive tracks on the X follower 72 take the form of magnets. The coupling elements could be reversed so that the coils would be mounted on the X follower and the magnets mounted on the XY stage. As the XY stage is driven in the X and Y direction, the laser interferometer system 92 detects the new position of the XY stage momentarily and generates position information (X coordinate value). As described in greater detail below with reference to Fig. 10, a servo position control system 94 under

control of a host processor (CPU) 96 controls the position of the X follower 72 and the Y follower 82 in response to the position information from the interferometer system 92 to follow the XY stage 30 without any connection between the drive coils 42X and 42X' and the tracks 74 and 74'.

[0021]

For movably mounting the X follower 72 on the reaction frame 61, the ends of the arms 74 and 74' at the side of the reaction frame 61 ride and are guided on the rail 69, and the opposite ends of the arms 74 and 74' ride on the rail 69' adjacent to face plate 66 Y'. For moving the X follower 72, a drive member 77 is provided on the cross piece 76 for cooperating with the reaction frame rail 69 for moving the follower 72 in a direction which is perpendicular to the X direction of the XY stage. Since the precision drive and control takes place in the XY stage 30, the positioning control of the X follower 72 does not have to be as accurate and provide as close tolerances and air gaps as the XY stage 30. Accordingly, the drive mechanism 77 can be made of a combination of a screw shaft rotated by a motor and a nut engaged by the X follower 72 or a combination of a coil assembly and a magnet assembly to establish a linear motor and each combination can be further combined with a roller guiding mechanism.

[0022]

Similar to the X follower 72, the Y follower 82 includes a pair of arms 84 and 84' connected at their one end by a crossbar 86, and the arms include drive tracks 88 and 88' for cooperating with the Y drive members 44Y and 44Y'. The arms 84 and 84' of the Y follower 82 are guided on separate guide rails. Both ends of the arm 84 ride and are guided on the upper rails 67 and 67' and the both ends of the arm 84' are guided on lower rails 68 and 68'. A drive mechanism 87 is provided on the cross piece 86 of the Y follower 82 for moving the Y follower 82 along guides 67, 67', 68 and 68' between the face plates 66Y and 66Y' in a direction perpendicular to the Y direction of the XY stage.

[0023]

As best illustrated in Fig. 9, the arms 74 and 74' and crossbar 76' of the X follower 72 all lie within and move in the same plane crossing the Z axis. The center of gravity of the XY stage 30 lies within or is immediately adjacent to this plane. In this construction, the drive forces from each of the drive coils 42X and 42X' are in a direction along the length of the arms 74 and 74', respectively. However, the arms 84 and 84' of the Y follower 82 lie within and move in different parallel planes spaced apart along the Z axis from one another respectively above and below and parallel to the plane containing the X follower 72. In the preferred embodiment, the crossbar 86 lies in the lower plane containing the arm 84' and a spacer block 86' is positioned between the overlapping ends of the arm 84 and crossbar 86 to space the arms 84 and

84' in their respective parallel planes. As with X follower 72, the drive forces from each of the drive coils 44Y and 44Y' are in a direction along the length of the arms 84 and 84'. Also, predetermined gaps in X and Z directions are maintained between the drive coils 44Y (44Y') and the drive tracks 88 (88') to achieve the guideless concept. [0024]

In operation of the guideless stage and isolated reaction frame of the present invention, the XY stage 30 is positioned in an initial position relative to the projection lens as sensed by the interferometer system 92, and the XY stage 30 is supported in the desired Z direction from the object stage base 28 by the air bearings with the drive coils 42X, 42X', 44Y and 44Y' spaced from the drive elements in the form of drive tracks 78, 78', 88 and 88', respectively. There is no direct contact between the XY stage 30 and the reaction frame 61. That is, there is no path for the vibration of the reaction frame to affect the position of the XY stage and vice versa. There is only indirect contact via the transmission means that delivers the signals to the coils and the laser interferometer position sensing system which then transmits sensed position information to the controller, that is, the control device, which receives other commands to initiate drive signals which result in movement of the XY stage 30. [0025]

With the known position of the XY stage 30 from the interferometer system 92, drive signals are sent from the position control system 94 to the appropriate drive coils, 42X, 42X', 44Y and 44Y' to drive the XY stage to a new desired position. The motion of the XY stage is sensed by the interferometer system 92 and position sensors 98X and 98Y (see Fig. 10), and the X follower 72 and Y follower 82 are driven by the drive members 77 and 87, respectively, to follow the XY stage. As illustrated in Fig. 10, the position sensor 98X detects a variation of the Y direction space between the XY stage 30 and the X follower 72 and transmits an electric signal representing the amount of space to the position control system 94. The position control system 94 generates a suitable drive signal for the drive member 77 on the basis of the X position information from the interferometer system 92 and the signal from the position sensor 98X. [0026]

Also, the position sensor 98Y detects a variation of X direction space between the XY stage 30 and the Y follower 82 and generates an electric signal representing the amount of space, and the drive member 87 is energized on the basis of the Y position information from the interferometer system 92 and the signal from the position sensor 98Y. [0027]

Yaw correction is accomplished by the pairs of motors which can be used to hold or offset yaw. That is, the pairs of motors can change the rotational position of

the XY stage. The data from either or both pairs of laser beams 40A/40A' and 40B/40B' are used to obtain yaw information. Electronic subtraction of digital position data obtained from measurement using the laser beams 40A and 40A' or 40B and 40B' is performed or both differences are added and divided by two.

[0028]

This invention allows the positioning function of the XY stage to be accomplished faster than if XY guides were used. Reaction forces created in moving the XY stage can be coupled away from the image forming optics and reticle handling equipment.

[0029]

This invention needs no precision X or Y guides as compared to a guided stage, and an operation for precision assembly and adjustment of the wafer XY stage is reduced due to the lack of precision guides. The servo control bandwidth is increased because the linear motor forces in the XY axes act directly on the wafer stage; the linear motors do not have to act through a guide system.

[0030]

Forces from the XY linear motors can all be sent substantially through the center of gravity of the XY stage thereby eliminating unwanted moments of force (torque).

[0031]

With the X follower 72 and the Y follower 82 mounted and moved totally independently of one another, any vibration of a follower is not conveyed to the wafer XY stage or to the optical system when using commercially available electro-magnetic linear motors for the magnetic coupling between each of the followers 72 and 82 and the XY stage 30 and with clearance between the coils and magnet drive tracks less than about 1 mm. Additionally, with the arms of one of the followers spaced above and below the arms of the other follower, the vector sum of the moments of force at the center of gravity of the XY stage due to the positioning forces of cooperating drive members is substantially equal to zero.

[0032]

No connection exists between the XY stage and the follower stages that would allow vibrations to pass between them in the X, Y or θ degrees of freedom. This allows the follower stages to be mounted to a vibrating reference frame without affecting performance of the wafer stage. For example, if the reaction frame were struck by an obstacle, the XY stage and the projection optical system would be unaffected.

[0033]

It will be appreciated by a person skilled in the art that if the center of gravity is not equidistant between either of the two X drive coils or either of the two Y drive

coils, that appropriate signals of differing magnitude would be sent to the respective coils to apply more force to the heavier side of the stage to drive the XY stage to the desired position.

[0034]

For certain applications, the drive elements 42X/42X' or 42Y/42Y' of the actuator or magnetic coupling assembly for supplying electro-magnetic force to the movable XY stage may be held stationary (see Fig. 10) in a static position with respect to movement of the stage in either the X or Y direction, respectively.

[0035]

In the last of the explanations of this embodiment, referring to Fig. 4 again, the essential structure of the present invention will be described. As illustrated in Fig. 4, the XY stage 30 is suspended on the flat smooth surface (parallel with the X-Y plane) of the stage base 28 through the air bearings 36 having air discharge ports and vacuum pre-load ports and is movable in X, Y and θ directions on the stage base 28 without any friction.

[0036]

The stage base 28 is supported on the foundation (or ground, base structure) by the isolation blocks 20, arms 18, blocks 22, the vertical bars 26 and the horizontal bars 27. Each of the isolation blocks 20 is composed of a vibration absorbing assembly to prevent transmission of the vibration from the foundation 21.

[0037]

Since Fig. 4 is a sectional view of the XY stage 30 along a line through the drive coils 42X and 42X' in the Y direction, the following description is restricted to the X follower 72. In Fig. 4, the drive coils 42X are disposed in a magnetic field of drive track (magnet array elongated in the X direction) 78 mounted on the follower arm 74 and the drive coils 42X' are disposed in a magnetic field of the drive track 78' mounted on the follower arm 74'.

[0038]

The two arms 74 and 74' are rigidly assembled to move together in the Y direction by the guide rails 69 and 69' formed inside of the reaction frame 61. Also, the guide rails 69 and 69' restrict the movement of the two arms 74 and 74' in the X and Z directions. And the reaction frame 61 is directly supported on the foundation 21 by the four support posts 62 independently from the stage base 28.

[0039]

Therefore, the drive coils 42X (42X') and the drive tracks 78 (78') are disposed with respect to each other to maintain a predetermined gap (a few millimeters) in the Y and Z directions. Accordingly, when the drive coils 42X and 42X' are energized to move the XY stage 30 in the X direction, the reaction force generated on the drive tracks 78, 78' is transferred to the foundation 21, not to the XY stage 30.

[0040]

On the other hand, as the XY stage 30 moves in the Y direction, the two arms 74 and 74' are moved in the Y direction by the drive member 77 such that each of the drive tracks 78 and 78' follows respective coils 42X and 42X' to maintain the gap in the Y direction on the basis of the measuring signal of the position sensor 98X.

[0041]

While the present invention has been described with reference to the preferred embodiment having a pair of drive members or coils 42X and 42X' and a pair of drive members or coils 44Y and 44Y', it is possible to construct a guideless stage with an isolated reaction frame in accordance with the invention with just three drive members or linear motors such as shown in Figs. 11 and 12. As illustrated in Fig. 11, a pair of Y drive coils 144Y and 144Y' are provided on the stage 130 and a single X drive coil or linear motor 142X is mounted centered at the center of gravity CG' of the XY stage. The Y drive coils 144Y and 144Y' are mounted on the arms 184 and 184' of a Y follower 182, and the X drive coil 144X is mounted on an arm 174" of an X follower 172. By applying appropriate drive signals to the drive coils 142X and 144Y and 144Y', the XY stage can be moved to the desired XY positions.

[0042]

Next, referring to Figs. 13 to 16, an alternative embodiment of the present invention is shown which includes links between the XY drive coils 242X, 242X', 244Y and 244Y' and the attachment to the XY stage 30'. These connections include a double flexure assembly 300 connecting the drive coil 244Y to one end of a connecting member 320 and a double flexure assembly 330 connecting the other end of the connecting member 320 to the XY stage 30'. The double flexure assembly 300 includes a flange 302 connected to the coil 244Y. A clamping member 304 is attached via clamping bolts to the flange 302 to clamp therebetween one edge of a horizontal flexible link 306. The other end of the flexible link 306 is clamped between two horizontal members 308 which are in turn integrally connected with a vertical flange 310 to which are bolted a pair of flange members 312 which clamp one edge of a vertical flexible member 314. The opposite edge of the vertical flexible member 314 is clamped between a pair of flange members 316 which are in turn bolted to a flange plate 318 on one end of the connecting member 320. At the other end of the connecting member 320, a plate 348 is connected to two flange members 36 which are bolted together to clamp one end of a vertical flexible member 344. The opposite edge of the vertical member 344 is clamped by flange members 342 which are in turn connected to a plate 340 connected to a pair of clamping plates 338 clamping one edge of a horizontal flexible member 336, the opposing edge of which is in turn clamped onto the XY stage 30' with the aid of the plate 334. Thus, in each of the double flexure assemblies 300 and 330 vibrations are reduced by providing

both the horizontal and vertical flexible members. In each of these assemblies, the vertical flexible members reduce X, Y and θ vibrations and the horizontal flexible members reduce Z, tilt and roll vibrations. Thus, there are eight vertical flex joints for X, Y and θ and eight horizontal flex joints for Z, tilt and roll.

[0043]

As illustrated in Fig. 16, the coil 244Y is attached to a coil support 245Y which has an upper support plate 246 attached thereto which rides above the top of the magnetic track assembly 288. Vacuum pre-load type air bearings 290 are provided between the coil support 245Y and upper support plate 246 on the one hand and the magnetic track assembly 288 on the other hand. In an operative example of the embodiment illustrated in Figs. 13 to 16, the flexible members 306, 314, 344 and 336 are stainless steel of about 31.8 mm (1 1/4 inch) wide, about 6.4 mm (1/4 inch) long and about 0.305 mm (0.012 inch) thick with the primary direction of flex being in the direction of the thickness. In the embodiment, illustrated members 306 and 314 are mounted in series with their respective primary direction of flex being orthogonal to one another; members 344 and 336 are similarly mounted.

[0044]

While the present invention has been described in terms of the preferred embodiment, the invention can take many different forms and the scope of the invention is only limited by the scope of the following claims.

Brief Description of the Drawings

Fig. 1

Fig. 1 is a perspective view of a microlithography system incorporating the present invention.

Fig. 2

Fig. 2 is a perspective view of a portion of the structure shown in Fig. 1 delineated by line A-A and with the reaction stage which is shown Fig. 1 removed.

Fig. 3

Fig. 3 is an elevation view, partially in section, of the structure shown in Fig. 1.

Fig. 1B is an elevation view, partially in section, of the structure shown in Fig. 1.

Fig. 4

Fig. 4 is a schematic elevation view, partially in section, of the object positioning apparatus of the present invention.

Fig. 5

Fig. 5 is a plan view of the wafer XY stage position above the reaction stage.

Fig. 6

Fig. 6 is a side elevation view of a portion of the structure shown in Fig. 5 taken along line 6-6 in the direction of the arrows.

Fig. 7

Fig. 7 is an enlarged view of a portion of the structure shown in Fig. 6 delineated by line B-B.

Fig. 8

Fig. 8 is a perspective view of the reaction stage showing the XY followers without the means coupled to the XY stage for positioning of the XY stage.

Fig. 9

Fig. 9 is an enlarged perspective view of the XY followers illustrated in Fig. 8.

Fig. 10

Fig. 10 is a schematic block diagram of the position sensing and control system for the preferred embodiment of this invention.

Fig. 11

Fig. 11 is a plan view similar to Fig. 5 of an alternative embodiment of the present invention.

Fig. 12

Fig. 12 is a side elevation view similar to Fig. 6, which shows the embodiment of Fig. 11.

Fig. 13

Fig. 13 is a plan view similar to Fig. 5 of still another embodiment of the present invention.

Fig. 14

Fig. 14 is a side elevation view similar to Fig. 6, which shows the embodiment of Fig. 13.

Fig. 15

Fig. 15 is an enlarged top view of a portion of the structure shown in Fig. 13.

Fig. 16

Fig. 16 is an end view of the structure shown in Fig. 15 taken along line 16-16 in the direction of the arrows.

Description of Symbols

- 10 photolithographic instrument
- 12 optical device (optical system)
- 28 object stage base
- 30 XY stage
- 34 object (wafer)
- 36 air bearing
- 42X, 42X' X drive member (X drive coil)
- 44Y, 44Y' Y drive member (Y drive coil)
- 60 reaction frame assembly
- 61 reaction frame

72 X follower
74, 74' arm of X follower
82 Y follower
84, 84' arm of Y follower

Fig. 10

30 wafer stage
42X X₁ drive coil
42X' X₂ drive coil
44Y Y₁ drive coil
44Y' Y₂ drive coil
72 X follower stage
77 drive coil
82 Y follower stage
87 drive coil
92 laser interferometer system
94 position control system
96 host CPU
98X position sensor
98Y position sensor

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-166475

(43) 公開日 平成8年(1996)6月25日

(51) IntCl.⁶

G 1 2 B 5/00

H 0 1 L 21/68

識別記号

T 6947-2F

G

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数33 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-75223

(22) 出願日 平成7年(1995)3月31日

(31) 優先権主張番号 2 2 1 3 7 5

(32) 優先日 1994年4月1日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 マーティン イー. リー

アメリカ合衆国, 95070 カリフォルニア,

サラトガ, ビック ベイシン ウェイ

24100

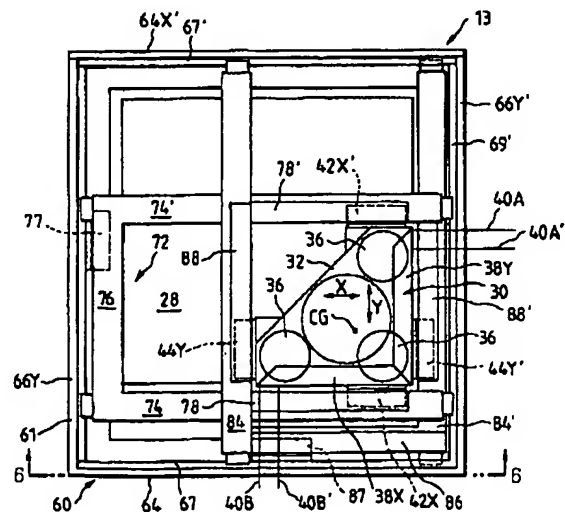
(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外5名)

(54) 【発明の名称】 位置決め装置、アライメント装置、及び、位置決め方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 対象物の運動により生ずる反力及び振動が、レンズ系の如き他の要素に伝達しないように、対象物を支持、位置決め、及び、制御する。

【構成】 外部振動、及び、対象物ステージ30からの反力によって生ずる振動を絶縁する反作用フレーム61を備える。対象物ステージは2つの方向に運動する。反作用フレームは、2つの従動子を備える。協働する直動型の力アクチュエータが、対象物ステージ及び従動子に設けられ、対象物ステージを第1及び第2の方向において位置決めする。反作用フレームは、ベース構造に取り付けられ、対象物ステージは、反作用フレームと独立して空間に支持される。従動子72は、一対のアーム74、74'を有し、対象物ステージの重心がある一対の平行な平面の中で運動する。アクチュエータ駆動手段の位置決め力は、対象物ステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロになるように制御される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ベース構造上で作動する位置決め装置において、

(a) 前記ベース構造に取り付けられた反作用フレームを含む反作用フレームアセンブリと、

(b) 対象物ステージのベースに対して相対的に運動する対象物ステージと、

(c) 前記反作用フレームとは独立して前記対象物ステージを前記対象物ステージのベースから間隔をおいて支持するための手段と、

(d) 前記対象物ステージ及び前記反作用フレームアセンブリに取り付けられ、前記対象物ステージを位置決めするための一対になって協働し、力を発生する直動型のアクチュエータ手段とを備え、

前記対象物ステージのベース及び前記対象物ステージが、前記アクチュエータ手段からの反力から絶縁され、これにより、前記対象物ステージのベース及び前記対象物ステージへの振動の伝達が最小となることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 2】 請求項 1 の位置決め装置において、前記反作用フレームアセンブリが、前記対象物ステージに独立して運動して追従することのできる従動子を備えることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 3】 請求項 1 の位置決め装置において、前記アクチュエータ手段が、前記対象物ステージと前記反作用フレームアセンブリとの間で作動する、少なくとも 1 つのリニアモータを備えることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 4】 請求項 1 の位置決め装置において、前記対象物ステージを位置決めするための少なくとも一組のアクチュエータ手段を備え、これら各々のアクチュエータ手段が、前記対象物ステージに取り付けられた駆動部材を有することを特徴とする位置決め装置。

【請求項 5】 請求項 4 の位置決め装置において、前記駆動部材の位置決め力に起因する、前記対象物ステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロに等しいことを特徴とする位置決め装置。

【請求項 6】 請求項 2 の位置決め装置において、前記対象物ステージに取り付けられた少なくとも 1 つの駆動部材を備えることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 7】 請求項 2 の位置決め装置において、前記従動子が、2 つの平行な平面の中でそれぞれ運動可能な 2 つのアームを備えており、前記 2 つの平面の間に、前記対象物ステージの重心があることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 8】 請求項 1 の位置決め装置において、前記対象物ステージは、第 1 の方向、及び、該第 1 の方向と角度をなす第 2 の方向において少なくとも運動可能であり、第 1 の従動子が、前記第 1 の方向においてのみ可動であり、前記対象物ステージに追従し、また、第 2 の従

動子が、前記第 2 の方向においてのみ可動であり、前記対象物ステージに追従し、前記協働するアクチュエータ手段は、前記対象物ステージ及び前記第 1 及び第 2 の従動子に設けられ、前記対象物ステージを前記第 1 及び第 2 の方向において位置決めすることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 9】 請求項 8 の位置決め装置において、前記アクチュエータ手段は、前記対象物ステージと前記反作用フレームアセンブリとの間で作動する、少なくとも 3 つの力を発生する直動型アクチュエータを備えることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 10】 請求項 9 の位置決め装置において、前記少なくとも 3 つの直動型アクチュエータのうちの 2 つが、前記第 1 の方向に前記対象物ステージを駆動するように設けられ、協働するアクチュエータ手段の位置決め力に起因する、前記対象物ステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロに等しいことを特徴とする位置決め装置。

【請求項 11】 請求項 10 の位置決め装置において、前記 2 つの直動型アクチュエータ以外の前記直動型アクチュエータの 1 つが、前記対象物ステージを前記第 2 の方向に駆動するように、前記対象物ステージに取り付けられ、前記協働するアクチュエータ手段の位置決め力に起因する、前記対象物ステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロに等しいことを特徴とする位置決め装置。

【請求項 12】 請求項 8 の位置決め装置において、前記対象物ステージを位置決めするための少なくとも 2 組の直動型アクチュエータを備え、これら直動型アクチュエータのうちの 1 組は、前記対象物ステージを前記第 1 の方向において位置決めし、前記直動型アクチュエータのうちのもう 1 組は、前記対象物ステージを前記第 2 の方向において位置決めし、これら協働するアクチュエータ手段の位置決め力に起因する、XY ステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロに等しいことを特徴とする位置決め装置。

【請求項 13】 請求項 8 の位置決め装置において、前記第 1 及び第 2 の従動子は各々、隔壁された 2 つのアームを有しており、一方の従動子のアームは、単一の平面の中に位置して運動可能であり、また、他方の従動子のアームは、前記単一の平面がその間に位置する 2 つの平行な平面の中に位置して運動可能であることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 14】 請求項 13 の位置決め装置において、前記対象物ステージの重心が、前記単一の平面の中に、あるいは、該単一の平面に隣接して位置することを特徴とする位置決め装置。

【請求項 15】 位置決め装置において、

(a) 第 1 の方向、及び、該第 1 の方向に角度をなす第 2 の方向において、少なくとも運動する対象物ステ

ジと、

(b) 前記第1の方向においてのみ可動であり、前記対象物ステージに追従する第1の従動子と、

(c) 前記第2の方向においてのみ可動であり、前記対象物ステージに追従する第2の従動子と、

(d) 前記対象物ステージ、並びに、前記第1及び第2の従動子に取り付けられ、前記対象物ステージを前記第1及び第2の方向において位置決めするための、協働する直動型の力アクチュエータ手段とを備えることを特徴とする位置決め装置。

【請求項16】 請求項15の位置決め装置において、前記アクチュエータ手段は前記対象物ステージと前記各従動子との間で作動する、少なくとも3つの直動型力アクチュエータを備えることを特徴とする位置決め装置。

【請求項17】 請求項16の位置決め装置において、前記少なくとも3つの直動型アクチュエータのうちの2つが、前記第1の方向に前記対象物ステージを駆動するように設けられ、協働するアクチュエータ手段の位置決め力に起因する、前記対象物ステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロに等しいことを特徴とする位置決め装置。

【請求項18】 請求項17の位置決め装置において、前記2つの直動型アクチュエータ以外の前記直動型アクチュエータの1つが、前記対象物ステージを前記第2の方向に駆動するように、前記対象物ステージに取り付けられ、前記協働するアクチュエータ手段の位置決め力に起因する、前記対象物ステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロに等しいことを特徴とする位置決め装置。

【請求項19】 請求項15の位置決め装置において、前記対象物ステージを位置決めするための少なくとも2組の直動型アクチュエータを備え、これら直動型アクチュエータのうちの1組は、前記対象物ステージを前記第1の方向において位置決めし、前記直動型アクチュエータのうちのもう一方は、前記対象物ステージを前記第2の方向において位置決めし、これら協働するアクチュエータ手段の位置決め力に起因する、対象物ステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロに等しいことを特徴とする位置決め装置。

【請求項20】 請求項15の位置決め装置において、前記第1及び第2の従動子は各々、隔置された2つのアームを有しており、一方の従動子のアームは、単一の平面の中に位置して運動可能であり、また、他方の従動子のアームは、前記単一の平面がその間に位置する2つの平行な平面の中に位置して運動可能であることを特徴とする位置決め装置。

【請求項21】 請求項20の位置決め装置において、前記各々の従動子は、少なくとも1つの駆動部材を有しており、協働する駆動部材の位置決め力に起因する、前記対象物ステージの重心における力のモーメントのベ

トル和が、実質的にゼロに等しいことを特徴とする位置決め装置。

【請求項22】 請求項20の位置決め装置において、前記対象物ステージの重心が、前記単一の平面の中に、あるいは、該単一の平面に隣接して位置することを特徴とする位置決め装置。

【請求項23】 請求項15の位置決め装置において、対象物ステージのベースと、ベース構造に設けられた反作用フレームを有する反作用フレームアセンブリと、前記各従動子を前記反作用フレームアセンブリから支持するための手段と、前記反作用フレームとは独立して前記対象物ステージを、前記対象物ステージのベースから間隔をおいて、支持するための手段とを備え、これにより、前記対象物ステージのベース及び前記対象物ステージが、それぞれの反力により生ずる振動から絶縁され、従って、前記対象物ステージのベース及び前記対象物ステージの振動が、最小になるように構成されたことを特徴とする位置決め装置。

【請求項24】 アライメント装置において、

(a) 重心を有するXYステージと、

(b) 前記XYステージをXYステージのベースから間隔をおいて支持するための手段と、

(c) 前記XYステージのベースとは独立した、反作用フレームのベース上に支持された反作用フレームを有する反作用フレームアセンブリとを備え、

(d) 前記反作用フレームアセンブリは、独立して運動可能なX従動子及び独立して運動可能なY従動子を有しており、前記反作用フレームに運動可能に取り付けられた前記X従動子は、X方向に運動可能であり、また、前記反作用フレームに運動可能に取り付けられた前記Y従動子は、Y方向に運動可能であり、

(e) 前記X従動子及びY従動子の一方は、少なくとも2つの隔置されたアームを有し、前記X従動子及びY従動子の他方は、少なくとも1つのアームを有しており、

当該アライメント装置は更に、

(f) 前記XYステージと前記各従動子の間に隔置された関係で設けられ、前記XYステージを水平方向に位置決めするための一対の協働し力を発生する直動型アクチュエータ手段を備え、

(g) 前記アクチュエータ手段は、前記各々の従動子のアームに設けられた駆動部分要素手段と、それに対して前記XYステージに設けられ、前記駆動部分要素手段と協働して前記XYステージを位置決めする、駆動主要部材手段とを備えており、

前記XYステージのベース、及び、前記XYステージは、反力によって生ずる振動から絶縁され、これにより、前記XYステージのベース及び前記XYステージの振動が、最小になるように構成されたことを特徴とするアライメント装置。

【請求項 25】 請求項 24 のアライメント装置において、前記 X 従動子及び Y 従動子のうちのどちらか一方に設けられた前記 1 つのアームは、単一の平面において運動可能であり、前記 X 従動子及び Y 従動子のもう一方に設けられた前記 1 対のアームである 2 つのアームは、その間に前記単一の平面が位置する 2 つの独立した平面にそれぞれ位置し、該平面の中で運動可能であることを特徴とするアライメント装置。

【請求項 26】 請求項 25 のアライメント装置において、前記 1 つの従動子の前記 1 対のアームに設けられる前記駆動部分要素手段を有し、それを制御するための手段を備え、協働する駆動主要部材手段の位置決め力に起因する、前記 X Y ステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロに等しいことを特徴とするアライメント装置。

【請求項 27】 対象物を位置決めするための方法において、

- (a) 反作用フレームをベース上で位置決めする工程と、
- (b) 対象物を対象物ステージ上で支持する工程と、
- (c) 前記対象物を、前記反作用フレームとは独立して、対象物ステージのベースからある位置に前記対象物ステージを空間上で支持する工程と、
- (d) 前記対象物ステージと前記反作用フレームとの間に力を加え、前記対象物ステージを空間上の少なくとも 1 つの方向の新しい位置に駆動して、同時に、前記力を加えることにより生ずる反力から前記対象物ステージのベースを絶縁する工程とを備えることを特徴とする位置決め方法。

【請求項 28】 少なくとも第 1 の従動子及び第 2 の従動子によって、第 1 の方向及び第 2 の方向に動かすことにより、対象物ステージを空間に位置決めする方法において、

- (a) 前記対象物ステージを空間に支持する工程と、
- (b) 前記対象物ステージと前記第 1 の従動子との間に力を加えて、前記対象物ステージを前記第 1 の方向においてのみ駆動する工程と、
- (c) 前記対象物ステージと前記第 2 の従動子との間に力を加えて、前記対象物ステージを前記第 2 の方向においてのみ駆動する工程と、
- (d) 前記第 2 の方向においてのみ、且つ、前記第 2 の従動子とは独立して、前記第 1 の従動子を駆動して、前記対象物ステージに追従させる工程と、
- (e) 前記第 1 の方向においてのみ、且つ、前記第 1 の従動子とは独立して、前記第 2 の従動子を駆動して、前記対象物ステージに追従させる工程とを備えることを特徴とする対象物の位置決め方法。

【請求項 29】 請求項 1 の位置決め装置において、前記対象物ステージと前記反作用フレームとの間で前記アクチュエータ手段を取り付けする手段を備え、該取り付

けが、少なくとも駆動力方向において堅固であることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 30】 請求項 15 の位置決め装置において、前記対象物ステージと前記各従動子との間で前記アクチュエータ手段を取り付けする手段を備え、該取り付けが、少なくとも前記駆動力方向において堅固であることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 31】 請求項 24 の位置決め装置において、前記 X Y ステージと前記各従動子との間で前記アクチュエータ手段を取り付けする手段と備え、該取り付けが、少なくとも前記駆動力方向において堅固であることを特徴とする位置決め装置。

【請求項 32】 平面を有するベースプレートと、該平面な上で所定の方向に沿って運動可能なステージを有するが協働するようになされた精密位置決め装置において、

(a) 前記ベースプレートを基礎上に支持するための第 1 の支持アセンブリと、

(b) 前記所定の方向に沿って前記運動可能なステージに、電磁力を与えるためのアクチュエータアセンブリとを備え、該アクチュエータアセンブリが、(i) 前記運動可能なステージに取り付けられて前記所定の方向に運動することのできる運動可能な被動部、及び、(ii) 前記運動可能なステージの周囲に位置する駆動部を具備し、(iii) 前記被動部及び前記駆動部の一方が、コイルユニットを有し、また、前記被動部及び前記駆動部の他方が、磁気ユニットを有しており、更に、

(c) 前記駆動部を前記第 1 の支持アセンブリとは独立して前記基礎の上に支持し、これにより、前記コイルユニットと前記磁気ユニットとの間に所定のギャップを形成する、第 2 の支持アセンブリを備えることを特徴とする精密位置決め装置。

【請求項 33】 請求項 32 の精密位置決め装置において、前記アクチュエータアセンブリの前記駆動部が、前記所定の方向に対して、静止した位置に保持されることを特徴とする精密位置決め装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般に、電気機械的な照準整合すなわちアラインメント及び振動絶縁に関し、特に、マイクロソングラフ装置においてウエーハを支持及びアライメントし、その装置を、それ自身の反力及び外部振動から絶縁するための方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 マイクロソングラフ機器に使用される種々の支持機構、及び、位置決め機構が知られている。従来技術においては一般に、別個の X ガイドアセンブリ、及び、Y ガイドアセンブリを備える X Y ガイドが用いられており、一方のガイドアセンブリが、他方のガイドアセンブリの上に運動可能に取り付けられている。上記ガ

イドアセンブリの頂部には、別個のウエーハステージが設けられることが多い。そのような構造は、高い精度及び多くの部品を必要とする。一般に、位置決めアセンブリの部品に加わる外力、及び、上記位置決めアセンブリのその他の部品の運動に起因する反力は、像形成光学系及びレティクル（焦点板）を処理する機器に直接伝達され、その結果望ましくない振動を生ずる。

【0003】米国特許第5,120,03号（Van Engelen et al.）は、光学式リソグラフ装置用の二段階式的位置決め装置を開示しており、この位置決め装置は、ローレンツ力及び静圧ガス軸受を用いている。

【0004】米国特許第4,952,858号は、電磁アライメント装置を用いたマイクロリソグラフ装置に関するものであり、上記電磁アライメント装置は、モノリシックステージと、サブステージと、振動絶縁された基準構造とを備えており、上記モノリシックステージとサブステージとの間に設けられる力アクチュエータを用いて、上記モノリシックステージを空間上に支持し位置決めしている。この装置においては、YフレームすなわちYステージが、Xフレームに取り付けられ、また、上記モノリシックステージが、上記Yフレームから空間を置いて支持されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の全体的な目的は、対象物が運動する際に生ずる外力並びに反力の両方を、ウエーハの対象表面上のホトレジストに露光される像を生成するレンズ系の如き他の要素から絶縁する反作用フレームを備えると共に、上記対象物を支持するためのガイドレスステージを利用する方法及び装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の装置は、対象物ステージと、ベースに取り付けられると共に、それ自身と対象物ステージとの間に振動が実質的に伝達されない反作用フレームと、上記対象物を、上記反作用フレームとは独立して空間に支持するための手段と、対象物ステージ及び反作用フレームに設けられ、対象物ステージを位置決めするための一対になって協働し、力を発生する直動型アクチュエータ手段とを備える。対象物ステージは、Z方向においては空間に支持された状態で、所定の方に運動するように設けることができ、あるいはX方向及びY方向に運動するXYステージを構成することができる。

【0007】本発明の効果的な特徴は、支持、位置決め及び振動絶縁するアセンブリを提供することであり、このアセンブリは、対象物又はウエーハのステージの実行すべき位置決め機能を可能とし、その際に、反作用を受けたステージから上記ステージ及びレンズ系に伝達される振動を、少ない部品で迅速に、極めて少なくし、同時

に、上記ステージに伝達される振動を最小化すると共に、上記ステージを望ましくない反力から絶縁する。

【0008】本発明の別の特徴によれば、XYステージ用の位置決め方法及び位置決め装置が提供され、上記XYステージは、独立して運動可能なX従動子及び独立して運動可能なY従動子、並びに、上記XYステージと各従動子との間に設けられて協働する、直動型の力アクチュエータを備えており、これにより、いずれの従動子の運動も、他方の従動子の運動を干渉しないようになされている。

【0009】本発明の別の特徴によれば、少なくとも1つの従動子に一对のアームが設けられ、各々のアームは、駆動部材を有しており、上記アームは、対象物ステージの重心の上方及び下方に隔置された平面に位置して、該平面の中で運動可能である。

【0010】本発明の別の特徴によれば、上記ガイドレスステージは、少なくとも3つの直動型の力アクチュエータを備えており、これらアクチュエータの2つは、X方向及びY方向の一方に駆動し、第3のアクチュエータは、X方向及びY方向の他方に駆動する。本発明の好ましい実施例によれば、ガイドレスステージは、XYステージと反作用フレームアセンブリとの間に、少なくとも4つの直動型アクチュエータを備え、各々のアクチュエータは、XYステージに設けられる駆動部材を有しており、これにより、一对のX駆動部材が、XYステージをX方向に駆動し自動制御する役割を果たし、また、一对のY駆動部材が、XYステージをY方向に駆動し自動制御する役割を果たす。直動型アクチュエータ、及び、これらの駆動部材は、協働する駆動部材の位置め力に起因する、XYステージの重心における力のモーメントのベクトル和が、実質的にゼロに等しくなるように、構成され、位置決めされ、制御される。

【0011】本発明の特徴及び効果は、全体を通じて同様の参照符号が同様の部分を示している図面を参照して、以下の説明を読むことにより、より明らかとなる。

【0012】

【実施例】振動絶縁反作用フレームを有するあるいは有しない、ガイドレスステージは、対象物を正確に位置決めするための多くの異なるタイプの機器に対する多くの用途を有していることは、当業者には理解されようが、本発明は、ウエーハ表面のホトレジストに露光される像をレンズが形成する装置において、ウエーハをアライメントするためのマイクロリソグラフ装置の形態の好ましい実施例に関して説明する。また、振動絶縁ステージを有するあるいは有しないガイドレスステージは、例えば、X方向又はY方向の一方にだけ運動可能な、ガイドレス対象物ステージとして利用することができるが、本発明の好ましい実施例は、以下に説明するガイドレスのXYウエーハステージに関して説明される。

【0013】図面、特に図1乃至図5を参照すると、上方の光学装置12と、下方のウエーハ支持位置決め装置13とを備えるホトリソグラフ装置10が示されている。光学装置12は、水銀ランプの如きランプLMPと、該ランプLMPを包囲する楕円面鏡EMとを備える照明器14を備えている。照明器14は、ハエの目型のレンズFELの如き、二次光源像を生成するための光学積分器と、均一化された光束でレティクル（マスク）Rを照射するための集光レンズCLとを備えている。マスクRを保持するマスクホルダRSTが、投影光学装置16の鏡筒PLの上方に取り付けられている。鏡筒PLは、絶縁パッドすなわちブロック装置20の頂部に各々取り付けられた複数の剛性の高いアーム18上に支持されている、柱アセンブリの一部に固定されている。

【0014】慣性ブロックすなわち振動吸収ブロック22が、アーム18に取り付くように装置に設けられている。上記ブロック22は、重量のある構造物を輸送するのを避けるために空の状態で輸送した後、操作現場で砂を充填することのできる、鑄造された箱の形態を取ることができる。対象物ステージすなわちウエーハステージのベース28が、垂下するブロック22、垂下するバー26、及び、水平バー27によって、アーム18から支持されている（図2参照）。

【0015】図5乃至図7を参照すると、対象物ステージすなわちウエーハステージのベース28の上のウエーハ支持位置決め装置の平面図及び立面図がそれぞれ示されており、上記ウエーハ支持位置決め装置は、対象物（ウエーハ）XYステージ30と、反作用フレームアセンブリ60とを備えている。XYステージ30は、サポートプレート32を備えており、このサポートプレート32の上には、12インチ（304.8mm）ウエーハの如きウエーハ34が支持されている。プレート32は、Zを調節するように、すなわち、傾斜、横転及び焦点を調節するように制御することのできる、真空予圧型の空気軸受36によって、対象物ステージのベース28の上方の空間に支持されている。あるいは、このサポートすなわち支持を行うためには、磁石及びコイルの組み合わせを採用することもできる。

【0016】XYステージ30はまた、直動型の駆動モータの如き磁気的な結合手段から成る適宜な要素も備えており、この要素は、ウエーハを、光学装置16のレンズにアライメントさせ、ウエーハの表面のホトレジストを露光するための像を正確に位置決めする。図示の実施例においては、磁気的な結合手段は、XYステージ30をX方向において位置決めするための、X駆動コイル42X、42X'の如き一対のX駆動部材と、XYステージ30をY方向において位置決めするための、駆動コイル44Y、44Y'の如き一対のY駆動部材とから成る形態を取る。反作用フレームアセンブリ60の上の磁気的な結合手段の関連する部分は、後に詳細に説明する。

【0017】XYステージ30は、一対のレーザミラー38X、38Yを備えており、上記レーザミラー38Xは、レーザ光線干渉計装置92の一対のレーザ光線40A/40A'に対して動作し、また、上記レーザミラー38Yは、上記干渉計装置の一対のレーザ光線40B/40B'に対して動作し、投影光学装置16の鏡筒PLの下方部にある固定ミラーRMXに対して、上記XYステージの正確なXY位置を決定し且つ制御する。

【0018】図8及び図9を参照すると、反作用フレームアセンブリ60は、複数のサポートポスト62を有する反作用フレーム61を備えており、上記サポートポストは、このサポートポストと対象物ステージとの間に振動が実質的に伝達されないように、地面又は別個のベースに取り付けられている。

【0019】反作用フレーム61は、サポートポスト62の間でX方向に伸長する面プレート64X、64X'と、サポートポストの間でY方向に伸長する面プレート66Y、66Y'とを備えている。面プレート64-66の内側には、複数の反作用フレームのレール67-69および67'-69'が設けられ、X従動子72及びY従動子82を支持して案内している。面プレート64Xの内側には、上方の従動子ガイドレール67、及び、下方の従動子ガイドレール68（図示せず）が設けられており、反対側の面プレート64X'の内側面には、上方及び下方の従動子ガイドレール67'、68'が設けられている。各々の面プレート66Y、66Y'の内側面には、ガイドレール67、68の間で垂直方向に配置された、単一のガイドレール69、69'がそれぞれ設けられている。

【0020】X従動子は、隔置された一対のアーム74、74'を備えており、これらアームの一端部は、横材76に固定されている。駆動トラック78、78'（図5参照）の如き駆動要素が、アーム74、74'にそれぞれ設けられ、XYステージの駆動要素42X、42X'と協働するようになされている。図示の実施例においては、XYステージの上の駆動要素42X、42X'は、駆動コイルとして示されているので、X従動子72の上の駆動トラックは、磁石の形態を取っている。又、結合要素を逆転させ、コイルをX従動子の上にもうけ、磁石をXYステージの上に設けることもできる。XYステージが、X及びY方向に駆動される際に、レーザ干渉計装置92は、XYステージのその新しい位置を瞬時に検出し、位置情報（X座標の値）を発生する。図10を参照して後に詳細に説明するように、ホストプロセッサ（CPU）96に制御されるサーボ型の位置制御装置94が、干渉計装置92からの位置情報に応じて、X従動子72及びY従動子82の位置を制御し、駆動コイル42X、42X'とトラック74、74'との間を機械的結合することなく、XYステージ30に追従する。

【0021】X従動子72を反作用フレーム61に運動

可能に取り付けるために、反作用フレーム61の側にあるアーム74、74'の端部は、レール69の上に乗って案内され、アーム74、74'の反対側の端部は、面プレート66Y'に隣接するレール69'に乗っている。X従動子72を動かすために、駆動部材77が、横材76の上に設けられ、反作用フレームガイド69と協働して、XYステージのX方向に対して直交する方向に、従動子72を動かす。XYステージ30で正確な制御及び駆動が行われるので、X従動子72の位置決め制御は、XYステージ30程には、正確である必要はなく、又XYステージ程には、厳密な公差及びエアギャップを設ける必要はない。従って、駆動機構77は、モータによって回転されるネジ軸、及び、X従動子72に係合されるナットの組み合わせ、あるいは、リニアモータを形成するコイルアセンブリ及び磁石アセンブリの組み合わせとすることができ、上記各々の組み合わせは、ローラガイド機構と更に組み合わせることができる。

【0022】X従動子72と同様に、Y従動子82は、その一端部が横材86に固定された一対のアーム84、84'を備えており、これらアームは、Y駆動部材44Y、44Y'と協働するトラック88、88'を有している。Y従動子82のアーム84、84'は、別々のガイドレールの上で案内される。アーム84の両端部は、上方のレール67、67'の上に乗って案内され、また、アーム84'の両端部は、下方のレール68、68'の上で案内される。駆動機構87は、Y従動子82の横材86に設けられ、Y従動子82を、面プレート66Yと66Y'との間で、ガイド67、67'、及び、68、68'に沿って、XYステージのY方向に直交する方向に動かす。

【0023】図9に最も良く示すように、X従動子72のアーム74、74'及び横材76'は総て、Z軸線と直交する同一の平面において配置され、動く。XYステージ30の重心は、上記平面の中にあるか、又は、該平面に直ぐ隣接している。この構造においては、各々の駆動コイル42X、42X'からの駆動力は、アーム74、74'の長さにそれぞれ沿う方向に働く。しかしながら、Y従動子82のアーム84、84'は、Z軸線に沿って互いに隔置され、それぞれは、X従動子72を含む平面の上方及び下方にありかつ、この平面に平行な別々の平行な平面の中にあつてその平面の中で動く。好ましい実施例においては、横材86は、アーム84'を含む下方の平面の中にあり、スペーサブロック86'が、アーム84及び横材86の重なり合う端部の間に位置し、アーム84、84'をそれぞれの平行な平面に隔置している。X従動子72と同様に、各々の駆動コイル44Y、44Y'からの駆動力は、アーム84、84'の長さに沿う方向に働く。また、駆動コイル44Y(44Y')と駆動トラック88(88')との間で、X方向及びZ方向に所定のギャップが維持され、ガイドレスの

概念を達成している。

【0024】本発明のガイドレスステージ、及び、振動絶縁型の反作用フレームが作動する際には、XYステージ30が、干渉計装置92によって検知された、投影レンズに対する初期位置に位置決めされ、XYステージ30は、駆動トラック78、78'、88、88'の構成による駆動要素から駆動コイル42X、42X'、44Y、44Y'が隔置された状態で空気軸受によって、対象物ステージのベース28から、Z方向に支持される。XYステージ30と反作用フレーム61との間には、接触は全くない。すなわち、反作用フレームの振動が伝わって、XYステージの位置に影響を与える経路、あるいは、その反対の経路は全く存在しない。信号をコイルに送る伝達手段、並びに、レーザ干渉計の位置検知装置を介する間接的な接触が存在するだけであり、上記位置検知装置は、検知した位置情報をコントローラすなわち制御装置へ送り、該制御装置は、XYステージ30の運動を生じさせる駆動信号を開始する他のコマンドを受け取る。

【0025】干渉計装置92からのXYステージの位置が分かると、駆動信号が、位置制御装置94から、適当な駆動コイル42X、42X'、44Y、44Y'に送られ、XYステージを新しい所望の位置へ駆動する。XYステージの運動は、干渉計装置92及び位置センサ98X、98Y(図10参照)によって検知され、X従動子72及びY従動子82は、それぞれ駆動部材77、87によって駆動され、XYステージに追従する。図10に示すように、位置センサ98Xは、XYステージ30とX従動子72との間のY方向の間隔の変動を検知し、その間隔の値を表す電気信号を位置制御装置94へ送る。位置制御装置94は、干渉計装置92からのX位置、並びに、位置センサ98Xからの信号に基づき、駆動部材77に関する適正な駆動信号を発生する。

【0026】また、位置センサ98Yは、XYステージ30とY従動子82との間のX方向の間隔の変動を検知し、その間隔の値を表す電気信号を発生し、駆動部材87が、干渉計装置92からのY位置の情報、並びに、位置センサ98Yからの信号に基づき、駆動される。

【0027】ヨー角度補正はヨー角度を維持あるいは補正するために使用できる、モータ対によって行われる。すなわち、上記モータ対は、XYステージの回転方向の位置を変更することができる。レーザ光線40A/40A'及び40B/40B'の一方又は両方からのデータが、ヨー角度情報を得るために使用される。レーザ光線40A、40A'あるいは40B、40B'を用いた測定から得たデジタル位置データの電子的な減算を実行するか、あるいは、両者の差分を加えて2で割る。

【0028】本発明は、XYガイドを用いた場合よりも、より迅速にXYステージの位置決め機能を実行することを可能とする。XYステージが動く際に生ずる反力

は、像形成光学系及びレティクル処理機構機器から分離される。

【0029】本発明は、ガイドされるステージに比較して、正確なXガイド又はYガイドを全く必要とせず、精密なガイドがないので、ウエーハのXYステージの精密な組み立て及び調節の操作が減少する。XY軸線におけるリニアモータの力が、ウエーハのステージに直接作用する、つまり上記リニアモータは、ガイド装置を介して作用する必要がないので、サーボの制御帯域幅が増大する。

【0030】XYリニアモータからの力は総て、実質的にXYステージの重心を通して伝達させることができ、これにより、望ましくない力のモーメント（トルク）を排除する。

【0031】互いに完全に独立して備えられ且つ作動するX従動子72及びY従動子82を用いて、各々の従動子72、82とXYステージ30との間の磁気カップリングとして商業的に入手可能な電磁リニアモータを使用し、コイルと磁石駆動トラックとの間の間隙を約1mmよりも小さくすると、従動子のいかなる振動も、ウエーハのXYステージ、あるいは、光学装置に伝達されない。また、一方の従動子のアームを他方の従動子のアームの上方及び下方に隔置すると、XYステージの重心における力のモーメントのベクトル和は、協働する駆動部材の位置決め力により、実質的にゼロに等しくなる。

【0032】XYステージと各従動子ステージとの間には、これらステージの間にX、Y、又はθの自由度で振動が伝わるのを許容する接続部が全く存在しないと考えることができるであろう。これにより、従動子ステージは、ウエーハのステージの性能に影響を与えることなく、振動する基準フレームに取り付けることができる。例えば、反作用フレームが、障害物と当たった場合には、XYステージ及び投影光学装置は影響を受けないだろう。

【0033】重心が、いずれかの2つのX駆動コイルといずれかの2つのY駆動コイルとの間で等距離にない場合には、大きさの異なる適宜な信号が、それぞれのコイルに送られてより大きな力をステージのより重たい側に与えられ、これにより、XYステージを所望の位置へ駆動することは、当業者には理解されよう。

【0034】特定の用途に対しては、電磁力を運動可能なXYステージに与えるための、アクチュエータすなわち磁気結合アセンブリの駆動要素42X/42X'又は42Y/42Y'を、X方向又はY方向におけるステージの運動に関して、それぞれ静止した状態で一定位置に保持することができる（図10参照）。

【0035】本実施例の最後の説明として、図4を再度参照して、本発明の本質的構造を説明する。図4に示すように、XYステージ30は、空気排出ポート及び真空予圧ポートを有する空気軸受36によって、ステージベ

ース28の平坦で円滑な表面（X-Y平面に平行な）の上に担持されており、何等摩擦を受けることなく、ステージベース28の上でX、Y及びθ方向に運動することができる。

【0036】ステージベース28は、振動絶縁ブロック20、アーム18、ブロック22、垂直なバー26、及び、水平なバー27によって、基礎（あるいは、地面、又は、ベース構造）の上に担持されている。各々の振動絶縁ブロック20は、基礎21からの振動の伝達を防止する振動吸収アセンブリを備えている。

【0037】図4は、駆動コイル42X、42X'をY方向に通る線に沿うXYステージ30の断面図であるので、以下の説明は、X従動子72に限定される。図4においては、駆動コイル42Xは、従動子のアーム74に装着された駆動トラック（X方向に細長い磁石の列）78の磁場の中に設けられており、駆動コイル42X'は、従動子のアーム74'に装着された駆動トラック78'の磁場の中に設けられている。

【0038】2つのアーム74、74'は、反作用フレーム61の内側に形成されたガイドレール69、69'によって、一緒にY方向に動くように、堅固に組み立てられている。また、ガイドレール69、69'は、2つのアーム74、74'のX及びZ方向の運動を制限する。反作用フレーム61は、4つのサポートポスト62によって、ステージベース28とは独立して、基礎21の上で直接支持されている。

【0039】従って、駆動コイル42X（42X'）及び駆動トラック78（78'）は、Y及びZ方向において所定のギャップ（数ミリメートル）を維持するように、お互いに配列されている。従って、駆動コイル42X、42X'が駆動されてXYステージ30をX方向に動かすと、駆動トラック78、78'に生じた反力は、基礎21へ伝達され、XYステージ30には伝達されない。

【0040】一方、XYステージ30がY方向に動く時には、2つのアーム74、74'が、駆動部材77によって、Y方向へ動き、これにより、各々の駆動トラック78、78'は、位置センサ98Xの測定信号に基づき、それぞれのコイル42X、42X'に追従し、Y方向のギャップを維持する。

【0041】本発明は、一対の駆動部材、すなわち、コイル42X、42X'、並びに、一対の駆動部材、すなわち、コイル44Y、44Y'を備える好ましい実施例を参照して説明したが、図11及び図12に示す如き、丁度3つの駆動部材すなわちリニアモータを有する本発明に従って振動絶縁反作用フレームと、ガイドレスステージを構成することができる。図11に示すように、一対のY駆動コイル144Y、144Y'が、ステージ130に設けられ、また、単一のX駆動コイルすなわちリニアモータ142Xが、XYステージの重心CG'に合

わせて設けられている。Y駆動コイル144Y、144Y'は、Y従動子182のアーム184、184'に設けられ、また、X駆動コイル144Xは、X従動子172のアーム174"に設けられている。適宜な駆動信号を駆動コイル142X、144Y、144Y'に与えることにより、XYステージを所望のXY位置へ動かすことができる。

【0042】次に、図13乃至図16を参照すると、本発明の別の実施例が示されており、この実施例は、XY駆動コイル242X、242X'、244Y、244Y'とXYステージ30'への取付部との間に、リンクを備えている。これらの結合部は、駆動コイル244Yを結合部材320の一端部に結合する複式の板ばねアセンブリ300と、結合部材320の他端部をXYステージ30'に結合する複式の板ばねアセンブリ320とを備えている。複式の板ばねアセンブリ300は、コイル244Yに固定されたフランジ302を有している。クランプ部材304が、クランプボルトを介して、フランジ302に取り付けられており、水平な可撓性のリンク306の一方の縁部をその間に挟んでいる。可撓性のリンク306の他端部は、2つの水平な部材308の間に挟まれており、これら水平な部材は、順に垂直なフランジ310と一体に固定され、この垂直なフランジには、一対のフランジ部材312がボルト止めされており、該一対のフランジ部材は、垂直な可撓性の部材314の一方の縁部を挟んでいる。垂直な可撓性の部材314の他方の縁部は、一対のフランジ部材316の間に挟まれており、該一対のフランジ部材は、順に固定部材320の一端部のフランジプレート318にボルト止めされている。固定部材320の他端部では、プレート348が、2つのフランジ部材36に固定されており、これら2つのフランジ部材は、垂直な可撓性の部材344の一端部を挟むように互いにボルト止めされている。垂直な部材344の反対側の縁部は、フランジ部材342によって挟まれており、これらフランジ部材は、順に水平な可撓性の部材336の一方の縁部を挟む一対のクランププレート338に固定されたプレート340に固定されており、上記水平な可撓性の部材の反対側の縁部は、プレート334の助けを受けて、XYステージ30'に挟み付けられている。従って、各々の複式の板ばねアセンブリ300、330においては、水平な及び垂直な可撓性の部材の両方を設けることにより、振動が減少される。これら各々のアセンブリにおいては、垂直な可撓性の部材が、X、Y及びθの振動を減少させ、また、水平な可撓性の部材が、Z、傾斜及び横転方向の振動を減少させる。従って、X、Y、θに関する、8つの垂直方向のたわみジョイント、並びに、Z、傾斜及び横転方向に関する、8つの水平方向のたわみジョイントが設けられる。

【0043】図16に示すように、コイル244Yは、コイルサポート245Yに取り付けられ、該コイルサポ

ートは、これに取り付けられた上方のサポートプレート246を有しており、該上方のサポートプレートは、磁気トラックアセンブリ288の頂部に乗っている。真空予圧型の空気軸受290が、一方としてコイルサポート245Yと上方のサポートプレート246と、また、他方として磁気トラックアセンブリ288との間に設けられている。図13乃至図16に示す実施例の作動例においては、可撓性の部材306、314、344、336は、幅が約31.8mm(1 1/4インチ)、長さが約6.4mm(1/4インチ)及び厚みが0.305mm(0.012インチ)のステンレス鋼であり、その一次たわみ方向は、厚みの方向である。図示の実施例においては、部材306、314は、それぞれの一次たわみ方向を互いに直交させた状態で、直列に配列されており、部材344、336も同様に配列されている。

【0044】本発明を好ましい実施例に関して説明したが、本発明は多くの異なる形態を取ることができ、本発明の範囲は、請求の範囲によってのみ限定されるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を採用したマイクロソングラフ装置の斜視図である。

【図2】図1において線A-Aで示す構造の一部の斜視図であって、図1に示す反作用ステージは省略してある。

【図3】図1に示す構造を一部断面で示す立面図である。

【図4】本発明の対象物位置決め装置を一部断面で示す概略的な立面図である。

【図5】反作用ステージ上方にあるウエーハのXYステージ位置の平面図である。

【図6】図5に示す構造の一部を線6-6に沿って矢印の方向に示す側方立面図である。

【図7】図6において線B-Bで示す構造の一部の拡大図である。

【図8】XYステージの位置決めを行うためにXYステージに固定された手段を取り除いてXY従動子を示す、反作用ステージの斜視図である。

【図9】図8に示すXY従動子の拡大斜視図である。

【図10】本発明の好ましい実施例の位置検出及び制御装置の概略的なブロックダイアグラムである。

【図11】本発明の別の実施例を示す、図5と同様な平面図である。

【図12】図11の実施例を示す、図6と同様な側方立面図である。

【図13】本発明の更に別の実施例を示す、図5と同様な平面図である。

【図14】図13の実施例を示す、図6と同様な側方立面図である。

【図15】図13に示す構造の一部の拡大上面図であ

17

18

る。

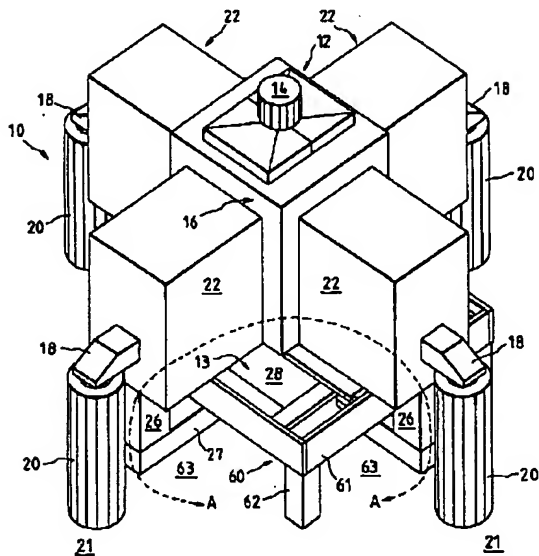
【図16】図15の線16-16に沿って矢印の方向に示す上記構造の端面図である。

【符号の説明】

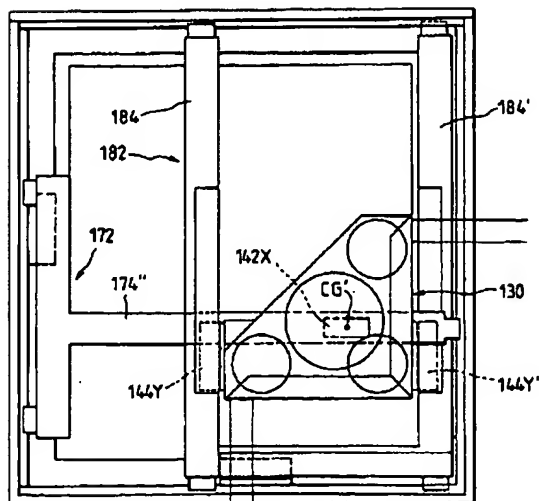
- 10 ホトリソグラフ装置
- 12 光学装置（光学系）
- 28 対象物ステージのベース
- 30 XYステージ
- 34 対象物（ウエーハ）

- 36 空気軸受
- 42 X, 42 X' X駆動部材（X駆動コイル）
- 44 Y, 44 Y' Y駆動部材（Y駆動コイル）
- 60 反作用フレームアセンブリ
- 61 反作用フレーム
- 72 X従動子
- 74, 74' X従動子のアーム
- 82 Y従動子
- 84, 84' Y従動子のアーム

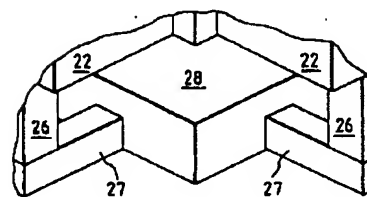
【図1】



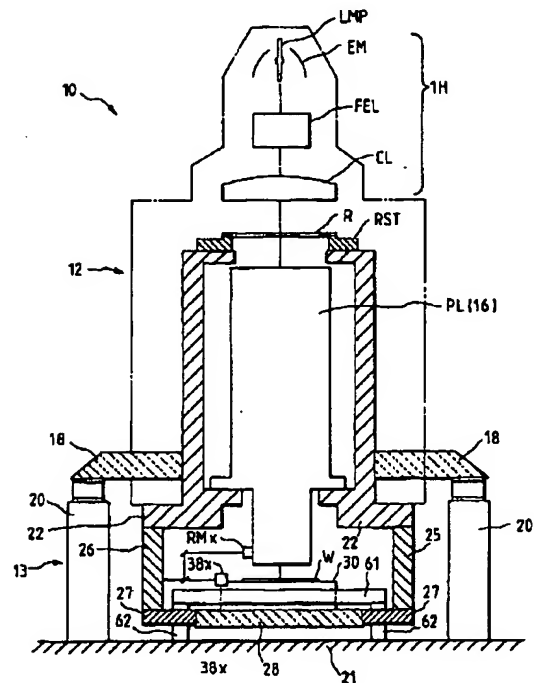
【図11】



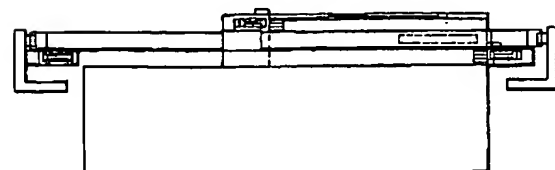
【図2】



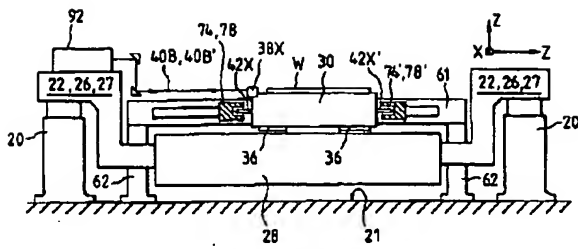
【図3】



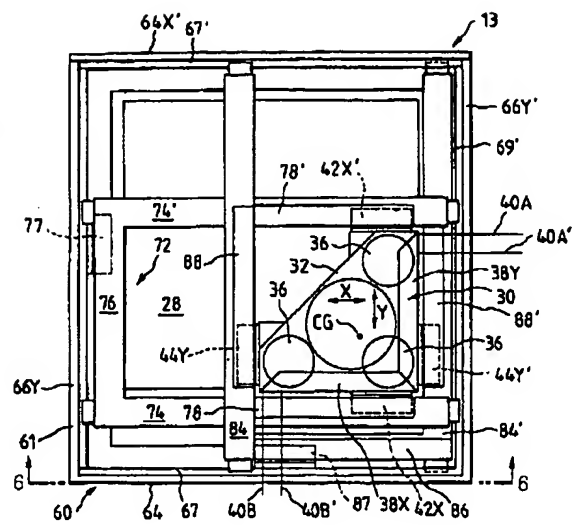
【図14】



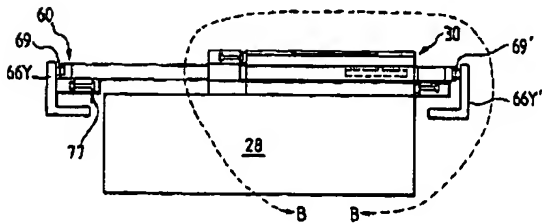
【図 4】



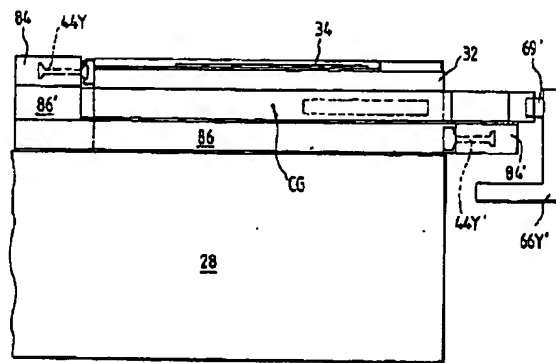
【図 5】



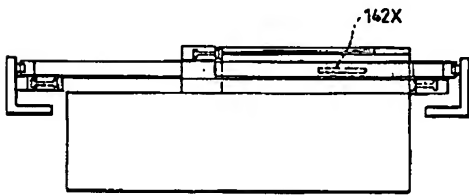
【図 6】



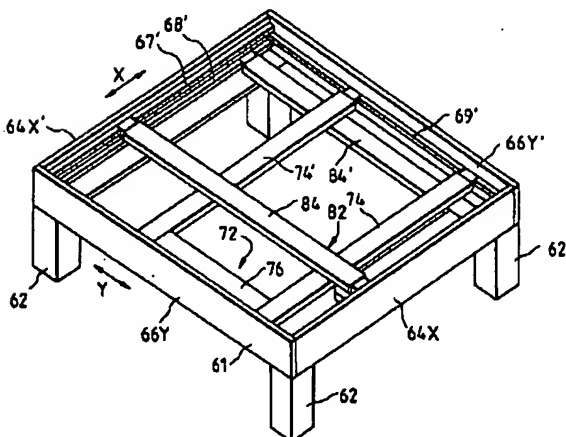
【図 7】



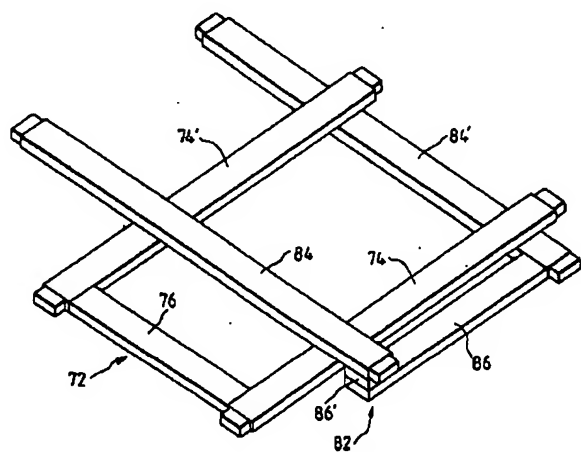
【図 12】



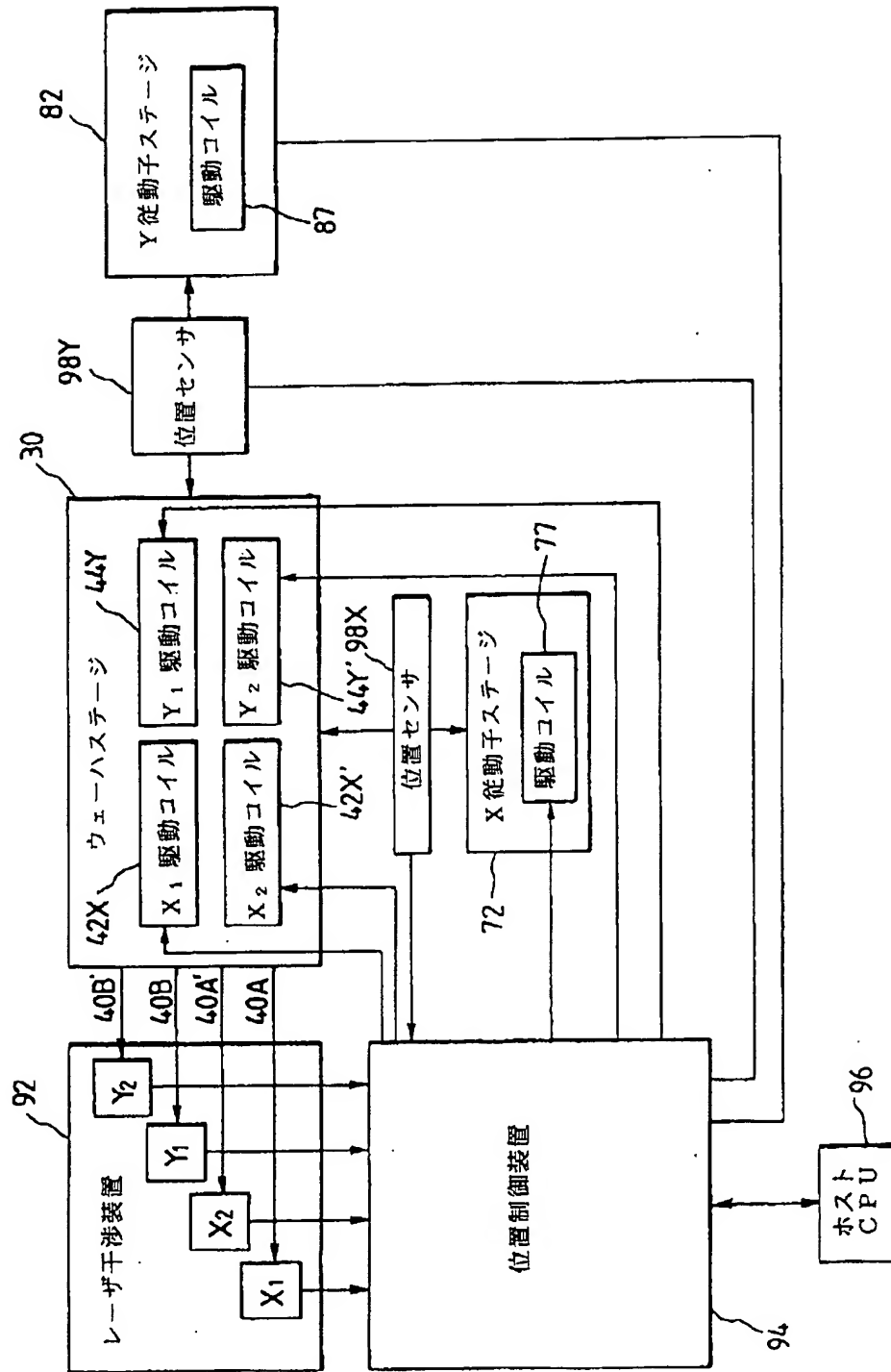
【図 8】



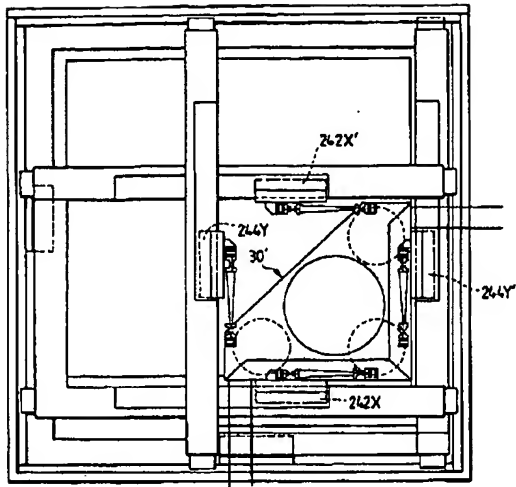
【図 9】



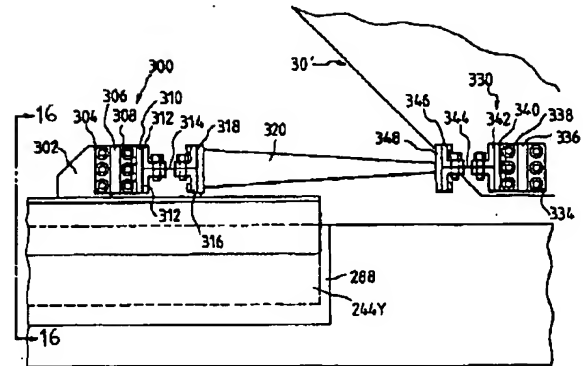
【図10】



【図13】



【図15】



【図16】

